

4. Giuffrida A. Thermodynamic assessment of IGCC power plants with hot fuel gas desulfurization // Applied Energy, Vol. 87, 2010. pp. 3374-3383.

5. Kishore K.A. Simulation of Biomass Gasification in Fluidized Bed Using Aspen Plus // 6th International Conference on Chemical, Biological and Environment Sciences (ICCEBS'2015). Dubai. 2015.

6. Ayala R.E. Enhanced durability of high temperature desulfurization sorbents for moving bed applications option 2 program: development and testing of zinc titanate sorbents, 1993.

УДК 621.746.584

**К. Сейдуба, М. Д. Казяев**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

## **ИЗМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ ВТОРИЧНОГО АЛЮМИНИЯ**

### **Аннотация**

*Наряду с производством металлов из руд в промышленно развитых странах постоянно увеличивается доля металлов, получаемых в результате переработки металлического лома и отходов металлургического производства. Производство металлов из вторичного сырья не только значительно дешевле, чем из руд, но и позволяет более экономно расходовать не возобновляемые запасы рудного сырья, значительно снизить загрязнение окружающей среды. Единственным недостатком этого вида металлургии является получение металлов, сильнее загрязнённых другими металлами из-за невозможности полного предварительного разделения металлолома на отдельные металлы. Получаемые из вторсырья металлы либо используют для изготовления неотчетливой продукции, либо их подвергают дополнительной технологической обработке (рафинированию) для освобождения основного металла от металлов-примесей.*

*Крупный потребитель алюминия – электротехническая промышленность: провода, кабели, обмотки моторов и трансформаторов, конденсаторы и др. В последние годы интенсивно развивается индустрия строительных конструкций из алюминиевых сплавов. Алюминий широко применяется в металлургии в качестве активного химического элемента-восстановителя для раскисления стали и в алюмотермических способах получения многих металлов и сплавов. По прогнозам ряда международных компаний в ближайшие два десятилетия продолжится наращивание объемов производства алюминия. Предполагается, что темп роста производства алюминия будет составлять порядка 3 % в год.*

*В сложившихся условиях предприятиям алюминиевой промышленности необходимо не только увеличивать свои мощности, сколько повышать качества выпускаемой продукции.*

**Ключевые слова:** отражательная печь, вторичный алюминий, система отопления, рекуперативная горелка REKUMAT M-300, тепловой баланс.

### **Abstract**

*Along with production of metals from ores in industrialized countries the share of the metals received as a result of processing of metal scrap and waste of metallurgical production constantly increases. Production of metals from secondary raw materials not only is much cheaper, than from ores, but also allows to spend more economically not renewable reserves of ore raw materials, to considerably*

reduce environmental pollution. The only lack of this type of metallurgy is receiving the metals stronger polluted by other metals because of impossibility of full preliminary division of scrap metal into separate metals. The metals received from salvage or use for production of irresponsible production, or subject them to additional technological processing (refinement) for release of the main metal from metals-impurity.

The large consumer of aluminum – the electro technical industry: wires, cables, windings of motors and transformers, condensers, etc. In recent years intensively the industry of building constructions from aluminum alloys develops. Aluminum is widely applied in metallurgy as an active chemical element reducer to a deoxidation of steel and in alumina thermic ways of receiving many metals and alloys. According to forecasts of a number of the international companies in the next two decades aluminum increasing production will last. It is supposed that the growth rate of aluminum production will be about 3% a year.

At this conjuncture the enterprises of the aluminum industry need to increase not so many the capacities how many to increase qualities of the released production.

**Key words:** recuperatory furnace, secondary aluminium, system of heating, recuperative burner REKUMAT M-300, thermal balance.

### Особенности производства вторичного алюминия в отражательных печах.

Схема производства алюминиевых сплавов из вторичного сырья представлена на рисунке 1.

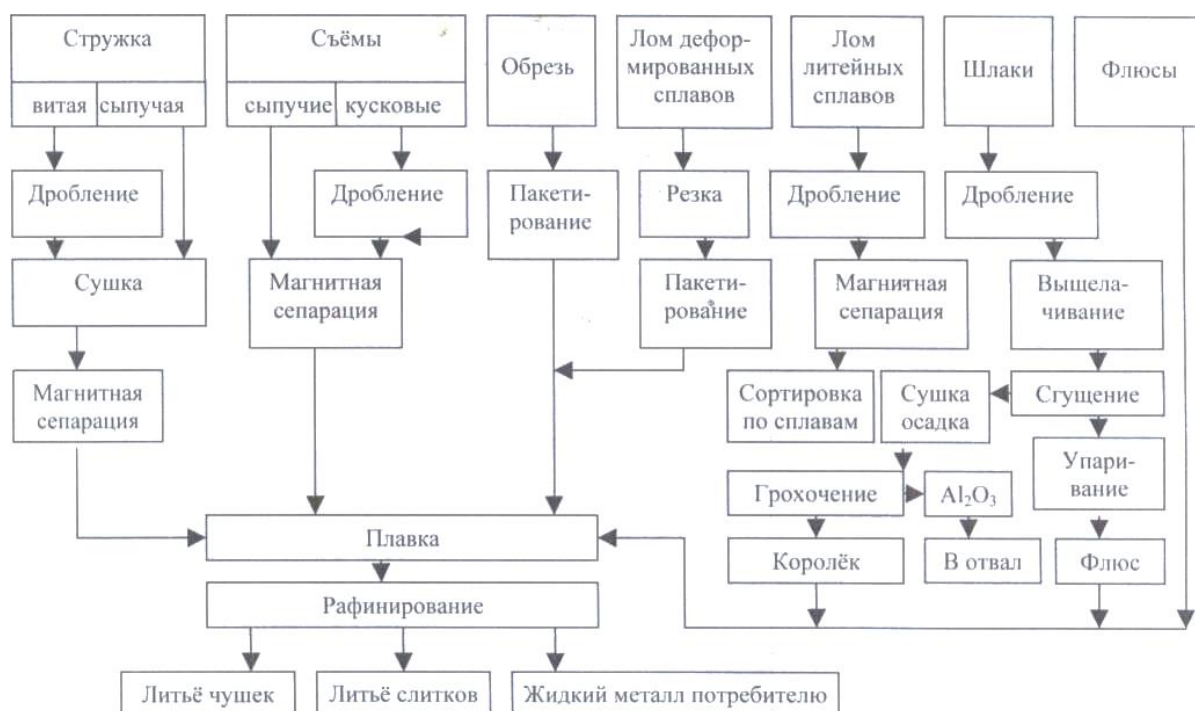


Рис. 1. Схема производства алюминиевых сплавов из вторичного сырья

Самая важная часть печи – это ванна, на которой формируется жидкий металл. Шихта в данном случае состоит из лома и чушки. Завалка шихты производится через специальные два окна. Окна закрыты подъёмными заслонками. Лом делится на лёгкий и тяжёлый. Легкий – это стружка и спрессованный металлический лом, а тяжёлый – это моторный лом и чушки.

Особенности загрузки: сначала грузится немного тяжелого лома и переводят его в жидкую ванну, а далее загружают легкий и тяжелый лом. После прогрева и

расплавления жидкую ванну доводят до нужной температуры и химического состава путем добавления к расплаву легирующих элементов как титана, магния и др., после чего производится выпуск металла в ковш и дальнейшая разливка.

После плавки вторичный алюминий и его сплавы обычно содержат значительное количество примесей и требуют рафинирования. Алюминиевые сплавы, полученные из вторичного сырья, содержат как неметаллические, так и металлические примеси.

Рафинирование алюминиевых сплавов от неметаллических примесей. К неметаллическим примесям относятся растворённые в металле, в основном,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ .

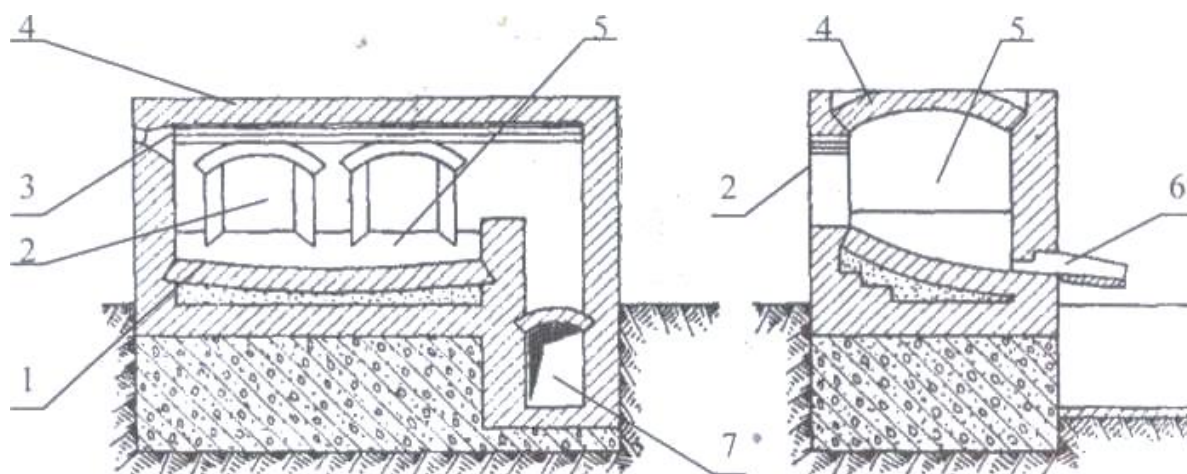


Рис. 2. Однокамерная отражательная печь:

1 – подина; 2 – загрузочное окно; 3 – пламенное окно горелки;  
4 – свод печи; 5 – плавильная камера; 6 – фундамент печи; 7 – боров

Корпус печи прямоугольной формы образован металлическим каркасом с футеровкой. Размеры рабочего пространства: длина  $L=6400$  мм; ширина  $B=5800$  мм; высота  $H=3200$  мм.

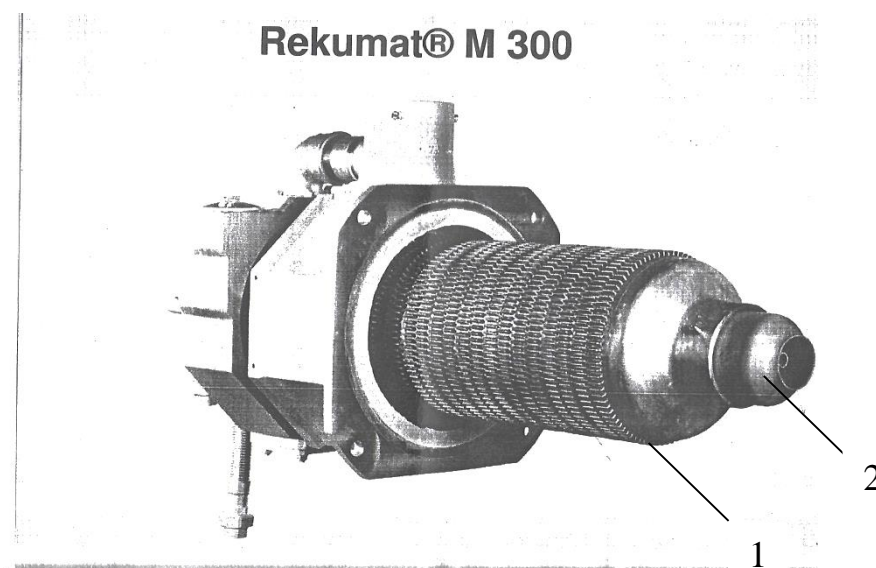


Рис. 4. Схема рекуперативной горелки: 1 – рекуператор; 2 – носик горелки

Внутреннее рабочее пространство выложено огнеупорными материалами: стены и свод и канал дымоудаления из шамота класса ШБ; под выполнен из муллитового кирпича марки МЛС-62; наружная теплоизоляция выполнена из нескольких слоёв. Стены – ШЛБ, диатомитовый кирпич Д-70 и самый наружный – МКРП плита.

## Рекуперативная горелка: Принцип

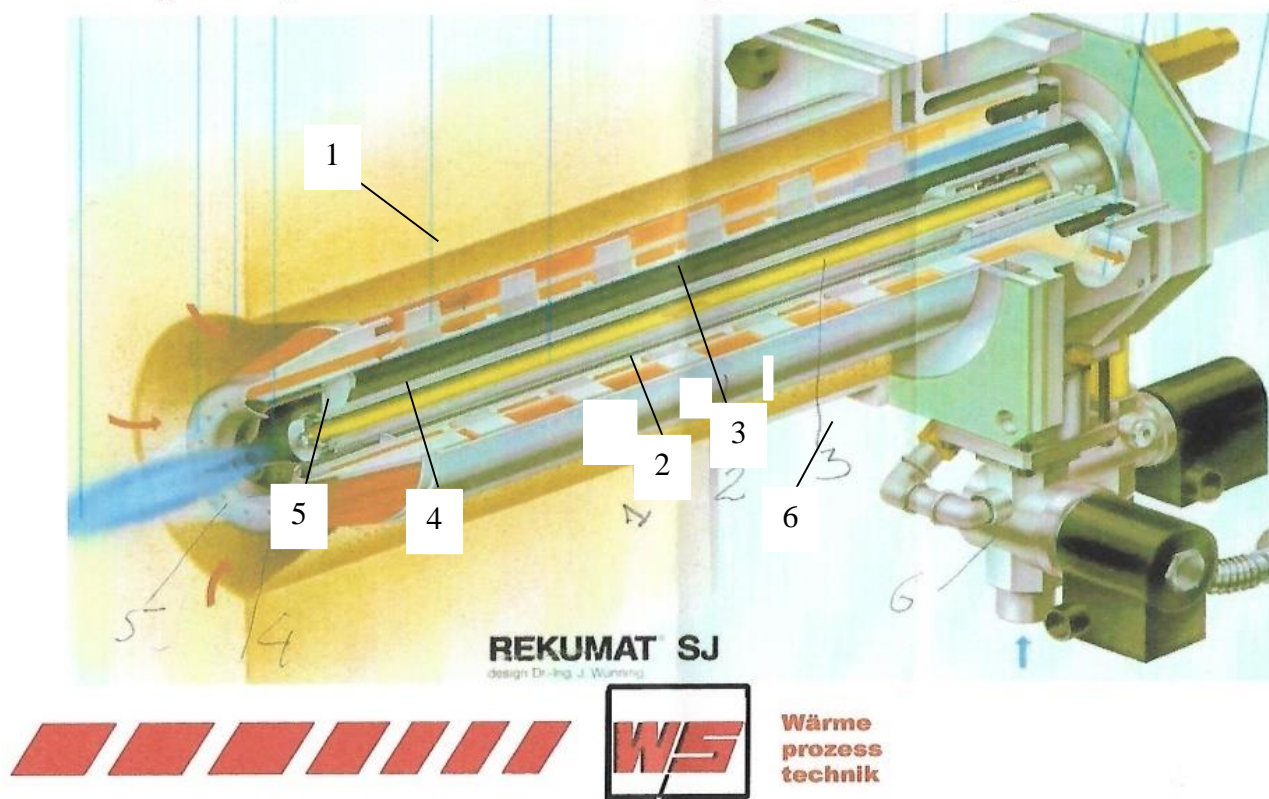


Рис. 5. Схема конструкции скоростной рекуперативной горелки:  
 1 – корпус горелки; 2 – воздушный корпус; 3 – газовый корпус;  
 4 – камера горение; 5 – кольцо подачи вторичного воздуха;  
 6 – система автоматики управления работы горелки;

В таблицах 1 и 2 приведены тепловые балансы для существующей и модернизированной печи.

Таблица 1

## Тепловой баланс существующей печи производительностью 8,5 т/ч

№ п.п.	Приход теплоты	кДж	%	№ п.п.	Расход теплоты	кДж	%
1	Химическая теплота топлива	482968775,2	99,385	1	Полезная затрата на нагрев и плавление	34819680	7,17
2	Теплота подогретого воздуха	2988131,38	0,615	2	Теплота отходящих газов	201515751,2	41,47
				3	Потери теплоты с нехимическим недожогом	48296877,52	9,94
				4	Потери теплоты через стенки	5805637,6	1,19
				5	Потери теплоты излучением	538137	0,11
				6	Потери теплоты охлаждением	118955520	24,48
				7	Потери теплоты аккумуляции	76025425,14	15,64
					Невязка	-121,88	0
	Итого	485956906,58	100		Итого	485956906,58	100

Таблица 2

## Тепловой баланс модернизированной печи производительностью 8,5 т/ч

№ п.п.	Приход теплоты	кДж	%	№ п.п.	Расход теплоты	кДж	%
1	Химическая теплота топлива	331560022	90,2	1	Полезная затрата теплоты на нагрев, плавление и расплава	34819680	9,47
2	Теплота подогретого воздуха	35994296,94	9,8	2	Теплота отходящих газов	133752437,4	36,39
				3	Потери теплоты с нехимическим недожогом	0	
				4	Потери теплоты через стенки	3463181,248	0,94
				5	Потери теплоты излучением	538137	0,15
				6	Потери теплоты с охлаждающей водой	118955520	32,36
				7	Потери теплоты аккумуляцией подой	76025425,14	20,68
					Невязка	-61,81	0
	Итого	367554318,9	100		Итого	367554318,9	100

Таблица 3

Показатели тепловой работы для существующей и модернизированной печи

Показатели тепловой работы для существующей печи.	
Показатель	Величина
Расход топлива	14418,7 м <sup>3</sup>
Удельный расход условного топлива	b = 479 кг усл. топл. /т
Тепловой коэффициент полезного действия	$\eta = 7,16 \%$
Показатели тепловой работы для модернизированной печи	
Показатель	Величина
Расход топлива	9898,496 м <sup>3</sup>
Удельный расход условного топлива	b = 328 кг усл. топл. /т
Тепловой коэффициент полезного действия	$\eta = 9,67\%$

*Заключение.* В данной научной исследовательской работе представлены результаты расчетов тепловой работы при изменении система отопления печи для плавления вторичного алюминия, которые показывают снижение удельного расхода топлива, повышение коэффициент полезного действия и удельной производительности печи. Следовательно, применение скоростных рекуперативных горелок считаем оправданным.

#### Список использованных источников

1. Б.А. Фамин. Металлургия вторичного алюминия / Б.А.Фамин [и др.]. – М.: Экомет, 2004. – 240 с.
2. Гущин С.Н. Теплотехнические расчёты печей глиноземного производства / С.Н. Гущин [и др.]. – Екатеринбург: УГТУ, 2000. – 228 с.
3. Гущин С.Н. Топлива и расчеты его в горения / С.Н. Гущин [и др.]. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. – 87 с.
4. Зобнин Б.Ф. Теплотехнические расчёты металлургических печей / Б.Ф. Зобнин [и др.]. – М.: Metallurgy, 1982. – 355 с.
5. Лошкарёв Н.Б. Дипломное и курсовое проектирование теплотехнических агрегатов: методические указания к оформлению дипломных и курсовых работ / Н.Б. Лошкарёв [и др.]. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. – 50 с.